

地盤改良施工後の動態観測及び既設護岸の安定性評価事例

川崎地質株式会社 ○馬場 ちあき, 岩田 孝信

1. はじめに

沈下対策工法として、地盤改良工法や締固め工法等が挙げられる。地盤改良施工後に沈下量が収束しているかを目視で確認することは難しいため、施工後に層別沈下計や地表面杭等を用いた動態観測を行い、沈下収束傾向を確認することが望ましい。

本稿では、過年度に設計及び地盤改良工施工済みの護岸において、動態観測や沈下検討等を実施し、経過確認と追加地盤改良工の必要性について検討を行った事例を報告する。

2. 事例報告の背景と目的

(1) 過年度における事業背景と対策工法

対象箇所となる護岸は、平成 18 年に施工された有明沿岸に位置する海岸護岸（左岸）約 L=100m 区間である。平成 21 年頃より護岸変状が確認され、平成 23 年から平成 27 年にわたり、護岸の沈下発生に対する対策のための地質調査及び対策工法の検討・設計が実施された。

当該地は、ボタ（石炭）を含む礫質土を主体とする海岸堤防盛土 H=4.9~7m (N=3~10) と、基礎地盤として約 4.5m 程度の有明粘土 (N=0~2) やシルト混じり砂層 (N=1~3) が分布する地層構成からなる。

既往圧密沈下解析では、有明粘性土層の最終沈下量は 4cm で、圧密係数 Cv 値が大きく、護岸施工から 1 年程度で沈下は収束する結果が得られていた。しかし、護岸施工後から変状がみられ、9 年経った平成 27 年動態観測結果では、護岸全体の沈下量が約 2.3cm/5 ヶ月（累積沈下量 11cm 以上と推察）と、解析値の 3 倍近い沈下が発生していることが確認された。

このため、変状要因は有明粘性土層の沈下ではなく、波返し工荷重による盛土（ボタ層）の沈下と推察されていた。この結果を基に、盛土層の沈下対策工として、川表側と川裏側の 2 箇所にて地盤改良工が設計された。

また、平成 28 年から令和元年の 4 年間で川表側の地盤改良工（高圧噴射攪拌工法 FTJ 工法(回転型)）が施工された（図-1、図-2 のハッチング部）。

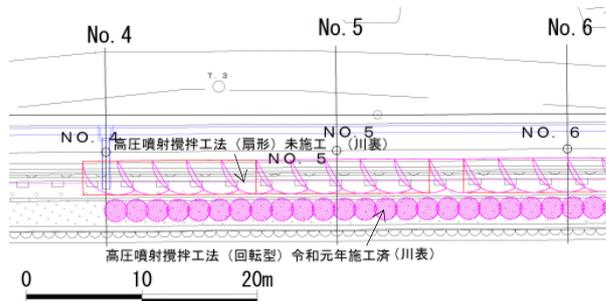


図-1 地盤改良工平面図（平成 27 年設計）

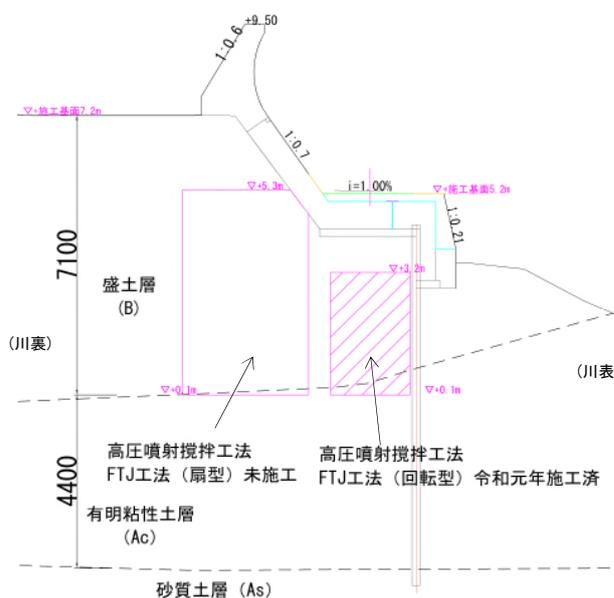


図-2 地盤改良工横断面図（平成 27 年設計）

(2) 地盤改良工の施工及び課題

川裏側で選定された扇形に噴射して固結させる工法は、表-1 に示すように、回転型に比べて約 4.8 倍の直工費がかかる結果であった。

表-1 各工法にかかる直工費

	FTJ-FAN工法（扇形）：川裏	FTJ工法（回転型）：川表
杭径・杭半径	3,000mm(9.42㎡タイプ)	2,000mm(3.14㎡タイプ)
本数	33本	56本
改良長	L=3.8m	L=3.0m
改良土量ΣV	1,181㎡	528㎡
単価 (㎡)	97,000円	45,000円
施工費	114,560,000円	23,800,000円
施工状況	未施工	平成28年から令和元年の4年間で施工

川表側地盤改良施工後の現地確認結果より、川表側地盤改良施工により沈下が収まった可能性が指摘されていたため、川裏側の地盤改良工の必要性の検討も含めて、川表側地盤改良後の動態観測及び安定性評価を本業務で行った。

3. 動態観測及び沈下検討による安定性評価

(1) 動態観測結果

本業務の動態観測位置は、過年度と比較する為、平成26年と同様に、図-3に示す5点とした。

縦断方向の測線数も平成26年と同様に11測線(L=100m)とした。

観測回数は、業務期間中の6ヶ月に月1回、計6回とした。

観測鉈は過年度との比較の為、既設の鉈を再利用したが、欠損箇所は再設置した(写真-1)。

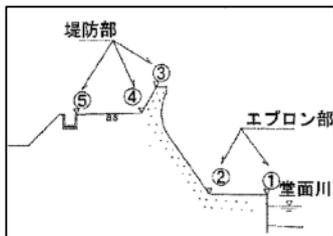


図-3 動態観測位置図



写真-1 観測鉈

過年度と同様、レベル測量により地表面に設置された観測鉈の標高を測定した。

また、川表地盤改良施工による鉈の変位や鉈を再設置した箇所もあるため、本観測の第1回目を初期値とした。

観測の結果、表-2に示すように、地盤改良施工前(平成26年8月~平成26年12月)は、観測期間5ヶ月で最大23mm(位置②③④)の沈下が確認されたが、地盤改良施工後(令和2年7月~令和2年12月)は、観測期間6ヶ月で約7mm(位置②③)の沈下であった。特に、地盤改良施工位置に近い位置②③は、約1/3の沈下量に減少した。

表-2 施工前・後の観測結果一覧(代表測点 No. 7+10)

調査日	①(エプロン部)		②(エプロン部)		③(堤防部)		④(堤防部)		⑤(堤防部)	
	実測値	前年度との差(mm)	実測値	前年度との差(mm)	実測値	前年度との差(mm)	実測値	前年度との差(mm)	実測値	前年度との差(mm)
H26.8.18	5.298	-2	5.233	-21	9.295	-21	7.084	-23	7.171	0
H26.12.11	5.284		5.212		9.284		7.061		7.171	
R2.7.13	5.293	-5	5.144	-7	9.190	-7	7.123	-5	7.165	
R2.12.4	5.288		5.137		9.183		7.118		7.164	-1

図-4に観測結果値の経年グラフを示す。地盤改良施工前は傾きが大きい、地盤改良施工後は大きな傾きを確認されなかった。このことから、沈下は完全に収束していないが、沈下量を減少させる効果が得られていると判断した。



図-4 観測結果値経年グラフ(代表測点 No. 7+10)

(2) 追加対策工の必要性

前項の動態観測結果や、過年度の圧密沈下解析結果を基にした発注者との協議の結果、下記の理由から「高圧噴射攪拌工法FTJ工法(扇形)」の施工実施の必要性は低いと判断した。

- ・動態観測結果は、川表側の地盤改良工(回転型)の効果で、地盤改良施工前の1/3程度の沈下量であり、かつ収束傾向にあった。
- ・沈下は収束傾向にあることから、現在の形状であれば、今後大きな沈下は発生しないと判断した。

4. 今後の施工及び補修対策工等の実施提案

動態観測結果や過年度の圧密沈下検討結果から、川裏側の「高圧噴射攪拌工法FTJ工法(扇形)」の施工必要性は低いと判断した。併せて既設構造物直下の地盤改良工が適切に行われていることが確認できた。

川裏側の地盤改良を行わないことで、予算を道路補修に回すことができ、図-5に示す道路補修や波返し工天端の嵩上げが計画されていた。このため、道路補修による上載荷重に対する圧密沈下解析を行ったところ、最終沈下量(全層合計)は1cm程度の結果であることから、図-5の赤色で示す対策工を実施しても問題ないと判断した。

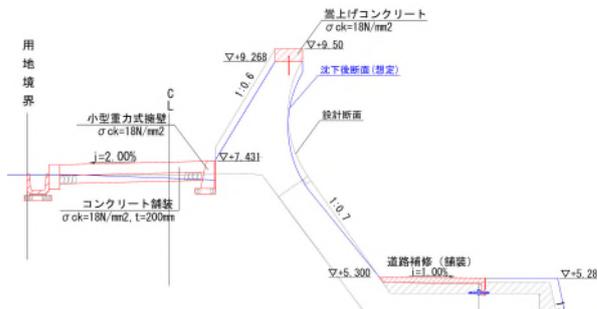


図-5 応急対策工図

ただし、コンクリート舗装厚や嵩上げコンクリート厚を、計画舗装厚よりも厚く施工する場合は、想定よりも大きな沈下が発生する可能性があることから、再度沈下計算の実施を検討されたいと注釈を入れた。

5. まとめ

過年度では波返し工荷重による沈下対策として、2種類の地盤改良工が計画されていた。しかし、動態観測結果により、川表側の地盤改良工で沈下が収束傾向にあることが確認できた。

一般に、沈下解析による沈下量と実際の沈下量は一致しないことがある。施工後も動態観測で沈下量を把握し、双曲線法などを用いた沈下収束を予測することで、追加対策工の実施判断を行うことができる。経済的な対策工を施工する為、設計時に施工中・施工後の動態観測実施の提案を行うことが重要と考えられる。